

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-115082

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

H04B 10/14  
H04B 10/135  
H04B 10/13  
H04B 10/12  
G02B 6/24

(21)Application number : 10-287990

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 09.10.1998

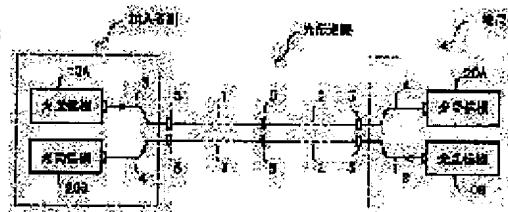
(72)Inventor : BABA HIROSHI  
YAMASHITA IKUO  
NAITO TAKAO  
KIJIMA JUN

## (54) OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably transmit a light signal in an optical communication system composed of optical fibers of different modes.

SOLUTION: In the optical communication system which has a laid multimode optical fiber 1, a laid single-mode optical fiber 2, and a connection member 5 which connects those optical fibers of different modes, an optical fiber 3 for transmission is connected between an optical transmitter 10A and the multimode optical fiber 1 and a light signal of base mode generated by being propagated in the optical fiber 3 for transmission is made incident on the multimode optical fiber 1.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A laid multimode optical fiber.

A laid single mode optical fiber.

A connecting member which connects between these different-species mode optical fibers.

It is the optical fiber communications system provided with the above, an optical fiber for transmission is connected between an optical transmitter and said multimode optical fiber, and a lightwave signal in base mode which spreads said optical fiber for transmission and is formed enters into said multimode optical fiber.

[Claim 2]The optical fiber communications system according to claim 1, wherein said optical fiber for transmission is the 1st optical fiber for excitation constituted so that propagation of only base mode was possible.

[Claim 3]The optical fiber communications system according to claim 1, wherein said optical fiber for transmission is the 2nd optical fiber for excitation that has an effective cutoff wavelength which is not longer than an oscillation wavelength of said optical transmitter.

[Claim 4]Said connecting member between different-species mode optical fibers, The optical fiber communications system according to claim 1 being an optical connector which has the 1st ferrule holding an end of said multimode optical fiber, and the 2nd ferrule holding said single mode optical fiber end, and to which said different-species mode optical fiber is joined by these.

[Claim 5]The optical fiber communications system according to claim 1, wherein said connecting member between different-species mode optical fibers is constituted by alignment[ axial ]-carrying out fusion splicing on the basis of a peripheral face of said multimode optical fiber and said single mode optical fiber.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical fiber communications system which has a connecting member which connects between the laid multimode optical fiber, a single mode optical fiber, and these different-species mode optical fiber.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the optical-communications field, the optical communications which used from the former the optical fiber cable of the multimode optical fiber laid in the 1 area or the building are performed widely. In these days, a single mode optical fiber is being used for the optical-communications field as an optical fiber, the newly laid single mode optical fiber is connected to the already laid multimode optical fiber, and the necessity of performing optical communications is increasing.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the light which spreads a multimode optical fiber differs in a time delay for every mode as everyone knows, The light in each mode causes interference mutually, and luminous intensity does not become uniform in the end face of a multimode optical fiber, but a strong portion and a weak portion appear locally, and the phenomenon in which the intensity difference is large and light intensity becomes a spot pattern arises. Since the spot pattern resulting from this light interference changes [ delicate ] easily only by people's hand contacting an optical fiber, If a disturbance noise etc. are especially added when connecting a multimode optical fiber with a large core diameter, and a single mode optical fiber with a small core diameter and leading a lightwave signal to a single mode optical fiber from a multimode optical fiber, A big intensity change arises in the lightwave signal which enters into a single mode optical fiber, and it originates in this, When processing a lightwave signal, a bit error occurs, there is a problem that optical-communications nature is spoiled, and it was thought that it was difficult to perform optical communications from the multimode optical fiber side through light to the single mode optical fiber side.

[0004] Therefore, when the different-species mode optical fiber of a multimode optical fiber and a single mode optical fiber tends to be connected and it is going to build an optical fiber communications system, As for a lightwave signal, it is effective to transmit to the multimode optical fiber side from the single mode optical fiber side chiefly, Conversely, when [ that ] difficulty was expected and lightwave signal transmission from the multimode optical fiber side to the single mode optical fiber side designed an optical fiber communications system, it needed to clear these restrictions.

[0005] As a method of clearing these restrictions, use the light source which has an incoherent emission spectrum, or, the proposal of coinciding a mode field diameter in a terminal area is made -- \*\*\*\* (JP,7-250025,A) -- a light source was not common, and art advanced for coinciding a mode field diameter was needed, and there was a problem that practicality was missing.

[0006] Then, the purpose of this invention provides the optical fiber communications system which can transmit a lightwave signal for the inside of the transmission line which comprised a different-species mode optical fiber stably.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In an optical fiber communications system which has a multimode

optical fiber in which an optical fiber communications system concerning this invention was laid, a laid single mode optical fiber, and a connecting member which connects between these different-species mode optical fibers. An optical fiber for transmission is connected between an optical transmitter and a multimode optical fiber, and a lightwave signal in base mode which spreads an optical fiber for transmission and is formed enters into this multimode optical fiber.

[0008] Since composition which enters into a multimode optical fiber a lightwave signal in base mode to which an optical fiber for transmission was made to transmit is taken according to the optical fiber communications system of this invention, the great portion of lightwave signal power spreads inside of a multimode optical fiber with a gestalt of a single mode. Next, it can spread, without producing mode conversion, unless exceptionally large disturbance is added to a multimode optical fiber, even if a lightwave signal which spread a multimode optical fiber will spread inside of a single mode optical fiber.

[0009] The 1st optical fiber for excitation that as for an optical fiber for transmission in this invention was constituted so that propagation of only base mode was possible (on parenchyma) It is the same composition as a single mode optical fiber. Or it is constituted by the 2nd optical fiber for excitation that has an effective cutoff wavelength which is not longer than an oscillation wavelength of an optical transmitter, and a lightwave signal after spreading these optical fibers for transmission enters into a multimode optical fiber. When using the 1st optical fiber for excitation, since a single mode optical fiber currently used as an optical transmission line can be diverted to some other purpose, it is desirable. To use the 2nd optical fiber for excitation, it is necessary to produce an optical fiber for excitation anew but, and an effect that base mode can be obtained more certainly is done so.

[0010] A connecting member between different-species mode optical fibers in this invention, It has the 1st ferrule holding an end of a multimode optical fiber, and the 2nd ferrule holding an end of a single mode optical fiber. After carrying out axial alignment on the basis of a peripheral face of an optical connector to which a different-species mode optical fiber is joined by these or a multimode optical fiber, and a single mode optical fiber, it is constituted by carrying out fusion splicing. Since a lightwave signal of this invention is excited so that it may spread with a gestalt in base mode in a multimode optical fiber, even if an optical fiber from which a core diameter is different will be transmitted, connection loss is not it becomes a direct cause and increases.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail, referring to an accompanying drawing. In explanation of a drawing, the same numerals are given to the same element and the overlapping explanation is omitted to it.

[0012] Drawing 1 is a schematic diagram showing the entire configuration of the optical fiber communications system concerning this embodiment. It is connected by the connecting member 5 and the multimode optical fiber 1 laid in the 1 area or the building and the single mode optical fiber 2 laid as a transmission line for long-distance transmission form an optical transmission line. The optical receiver 20B by the side of a member is connected at the tip of the multimode optical fiber 1 via the optical transmitter 10A and the optical fiber 4 for reception by the side of a member via the optical fiber 3 for transmission, respectively. The optical receiver 20A by the side of the terminal office is connected at the tip of the single mode optical fiber 2 via the optical transmitter 10B and the optical fiber 4 for reception by the side of the terminal office via the optical fiber 3 for transmission, respectively, and the optical transmission line of transmission systems and the optical transmission line of a receiving system show the case where it is constituted independently.

[0013] Hereafter, the composition, operation, and effect of each part are explained in full detail.

Drawing 2 is a figure showing the composition in the case of transmitting to the terminal office side from the member side. In drawing 2, the multimode optical fiber 1 is formed by 10 micrometers of outer diameter numbers of cores with which germanium was added by quartz system glass, and the clad covered with the periphery of the core with quartz system glass with an outer diameter of 125 micrometers. the length of the multimode optical fiber 1 is usually hundreds rice - number \*\*. The single mode optical fiber 2 is formed by the clad covered with the periphery of a core with an outer diameter of several micrometers with which germanium was added by quartz system glass, and a core with quartz system glass with an outer diameter of 125 micrometers, and is an optical fiber for long distances.

[0014] The lightwave signal sent out from the optical transmitter 10A by the side of a member passes

the optical fiber 3 for transmission, spreads the multimode optical fiber 1 and the single mode optical fiber 2, and is sent to the optical receiver 20A by the side of the terminal office through the optical fiber 4 for reception.

[0015] In this optical transmission course, in order for the lightwave signal sent out from the optical transmitter 10A to spread the single mode optical fiber 2 through the multimode optical fiber 1 stably, the lightwave signal which enters into the multimode optical fiber 1 must take the gestalt of the single mode which consists of base mode.

[0016] Since no higher modes other than base mode transmit the single mode optical fiber 2 when the lightwave signal of the multi-mode which consists of base mode and higher mode spreads the inside of the multimode optical fiber 1 temporarily, In the input edge of the single mode optical fiber 2, all of the power component of higher modes other than base mode become connection loss, and it cannot be used as a transmission medium for optical communications. Therefore, it becomes the multimode optical fiber 1 with a basal condition to enter the lightwave signal of a single mode.

[0017] Namely, if the lightwave signal in base mode enters into the multimode optical fiber 1, Unless exceptionally big disturbance is given to the multimode optical fiber 1, with the gestalt in base mode, the great portion of lightwave signal power will spread the inside of the multimode optical fiber 1, it will rank second, and the lightwave signal which spread the multimode optical fiber 1 will spread the inside of the single mode optical fiber 2 as it is. Since the multimode optical fiber 1 used for this invention is laid by the place with usually few opportunities for a help to contact, it is arranged at few places of disturbance.

[0018] Next, how to enter the lightwave signal of a single mode into the multimode optical fiber 1 is explained, referring to drawing 2. In the figure, via the optical fiber 3 for transmission, the optical power of the optical transmitter 10A enters into the multimode optical fiber 1, and as the optical fiber 3 for transmission, The 1st optical fiber for excitation (it is the same composition as a single mode optical fiber on parenchyma.) that only base mode comprised so that propagation was possible, or the 2nd optical fiber for excitation that has an effective cutoff wavelength which is not longer than the oscillation wavelength of the optical transmitter 10A is used. Only base mode spreads to the optical fiber 3 for these transmission. The light of short wavelength which the other higher mode generates is not sent from the optical transmitter 10A.

[0019] Since what is being used as an optical transmission line can be diverted to some other purpose when using the 1st optical fiber for excitation as the optical fiber 3 for transmission, it is the method for which it was actually suitable. On the other hand, when using the 2nd optical fiber for excitation, an optical fiber must be produced anew, but there is the feature that base mode can be obtained more certainly. Since the position for which the optical fiber 3 for transmission is used is a high place of a possibility that a help will contact, it is preferred to use such an optical fiber also from \*\*\*\* which improves the stability of a transmission route. If the 1st optical fiber for excitation is adopted as the optical fiber 4 for reception by the side of the terminal office, the optical fiber for transmission can be diverted to some other purpose as it is, and it is desirable also from a point of a transmission characteristic.

[0020] Subsequently, the connecting member between different-species mode optical fibers is explained. In [ drawing 3 is a figure showing the composition in the case of connecting with an optical connector, and ] the figure, The 1st ferrule 30-1 and the end of the single mode optical fiber 2 are held at the 2nd ferrule 30-2, respectively, and the end of the multimode optical fiber 1 shows the optical connector 30 formed by a means to join the end face 31-1 of these ferrules, and 31-2, and to fix. Drawing 4 is a figure showing the composition which connects these optical fibers by fusion splicing, and in the figure, after it carries out axial alignment on the basis of the peripheral face of the multimode optical fiber 1 connected, and the peripheral face of the single mode optical fiber 2, it is the method of carrying out fusion splicing. Since the lightwave signal which any connection method has the feature in the point which carries out direct continuation of the optical fiber from which a core diameter differs, and passes through these terminal areas is spread with the gestalt of a base, even if a core diameter has a difference, it does not appear directly as connection loss. Since the light in base mode spreads even if the medial axis of the core in a terminal area may shift a little, a lightwave signal will be drawn to a core part with a high refractive index, and will be spread normally.

[0021] Although the case where it spread from the member side to the terminal office side was explained until now, the case where it spreads from the terminal office side to the member side is

explained. Drawing 5 is a lineblock diagram in case the lightwave signal sent out from the optical transmitter 10B by the side of the terminal office spreads the single mode optical fiber 2 and the multimode optical fiber 1 via the optical fiber 3 for transmission and is sent to the optical receiver 20B by the side of a member through the optical fiber 4 for reception. In the figure, since the lightwave signal emitted from the optical transmitter 10B by the side of the terminal office will spread the multimode optical fiber 1 after spreading the single mode optical fiber 2, the lightwave signal which enters into the multimode optical fiber 1 enters with the gestalt in base mode. Therefore, the optical fiber 3 for transmission can spread the lightwave signal in base mode by using the 1st optical fiber for excitation of the same composition as the single mode optical fiber 2, and it is preferred also from the point which can be obtained easily.

[0022]As for the optical fiber 4 for reception, although the optical fiber of the same composition as the multimode optical fiber 1 can also be used for the optical fiber 4 for reception by the side of a member, since a possibility of contacting a help is a high place, it is desirable to use the 1st optical fiber for excitation.

[0023]

[Work example 1]It experimented in the error rate when the lightwave signal of the pulse was transmitted using the optical fiber communications system of composition of being shown in drawing 2. In the figure, the light sent out from the optical transmitter 10A is the lightwave signal with which the 1.3-micrometer laser beam oscillated from a laser diode was modulated by the pulse signal of 157.5 Mb/s.

[0024]The multimode optical fiber 1 was formed in a core with a diameter of 50 micrometers which added germanium to silica glass, and the surroundings of it by the clad with an outer diameter of 125 micrometers, and was measured about the case where length is 0.4 km, 1.7 km, 5.8 km, and 8.4 km. The single mode optical fiber 2 is formed in a core with a diameter of 9 micrometers which added germanium to silica glass, and the surroundings of it by a clad with an outer diameter of 125 micrometers, and length is 7.7 km. The optical receiver 20A received light with the photo-diode, and measured the bit error. The optical power of the single mode optical fiber 2 was received directly. The optical fiber 3 for transmission is the 1st optical fiber for excitation of the same composition as the single mode optical fiber 2; and was 10 m in length. The connection between each optical fiber is the fusion splicing by outer diameter alignment.

[0025]As a result of conducting a transmission experiment in such an optical fiber communications system, when the length of the multimode optical fiber 1 was 0.4 km, 1.7 km, and 5.8 km, the bit error was not produced, but in the case of 8.4 km, the bit error occurred. It was checked by facing enforcing the transmission method of this invention and adding length restrictions of a multimode optical fiber from this result, that communication can be done stably.

[0026]

[Work example 2]It experimented in the path loss level between different-species mode optical fibers using the optical fiber communications system of the same composition as the composition shown in drawing 2 and Example 1. The multimode optical fiber 1 was 1.2 km, the single mode optical fiber 2 set to 15 km, and the optical receiver 20A received light with the photo-diode, and carried out direct entering of the optical power of the single mode optical fiber 2. The optical fiber 3 for transmission is the 1st optical fiber for excitation of the same composition as the single mode optical fiber 2, and length is 5 m.

[0027]As a result of measuring path loss in such an optical fiber communications system, the path loss in the wavelength of 1.3 micrometers was 2.06dB/km. When vibration was added to the portion of the multimode optical fiber 1, the fluctuation level was 0.3 dB or less. It turned out that can check that transmit the light in base mode to a multimode optical fiber, and communication is possible for it from this result, and it can transmit stably also to some vibration. It was not accepted in the terminal area that especially connection loss increases.

[0028]

[Comparative Example(s)]The path loss level experiment of the different-species mode optical fiber was conducted using the optical fiber communications system of composition of being shown in drawing 6. That is, the path loss at the time of supplying the optical power of the optical transmitter 10A to the multimode optical fiber 1 directly was measured. It is 1.2 km, the single mode optical fiber 2 is 15 km, and the other composition of the multimode optical fiber 1 is the same as that of the

example 1 of an experiment.

[0029]As a result of measuring path loss about such an optical fiber communications system, the fluctuation level according [ the path loss in the wavelength of 1.3 micrometers ] to the excitation of 19.7dB [ km ] /and the multimode optical fiber 1 was 0.1 dB or less. When the lightwave signal of the multi-mode was made to spread in a multimode optical fiber, it ranked second and the lightwave signal of the multi-mode was entered into the single mode optical fiber from this result, path loss increased remarkably in the terminal area, and it was checked that transmitting becomes impossible.  
[0030]

[Effect of the Invention]In the optical fiber communications system constituted by the different-species mode optical fiber as explained above, this invention can communicate stably by entering the lightwave signal in base mode into a multimode optical fiber. Under the present circumstances, the connecting member between different-species mode fibers can connect the optical fiber from which a core diameter differs by an optical connector or fusion splicing.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a schematic diagram showing the entire configuration of the optical fiber communications system concerning this embodiment.

[Drawing 2]It is a figure showing the composition in the case of transmitting to the terminal office side from the member side.

[Drawing 3]It is a figure for explaining the connection method by an optical connector.

[Drawing 4]It is a figure for explaining a fusion splicing method.

[Drawing 5]It is a figure showing the composition in the case of being transmitted to the member side from the terminal office side.

[Drawing 6]It is a figure showing the composition of the optical transmission line concerning a comparative example.

[Description of Notations]

1 ... A multimode optical fiber, 2 ... Single mode optical fiber, 1-1, 2-1 [ ... The optical fiber for reception, 5 / ... The connecting member of an optical fiber, 10 / ... An optical transmitter, 20 / ... Optical receiver / 30 / ... End face / ... An optical connector 30-1-2 ... A ferrule, 31 ] ... A core, 1-2, 2-2 ... A clad, 3 ... The optical fiber for transmission, 4

---

[Translation done.]



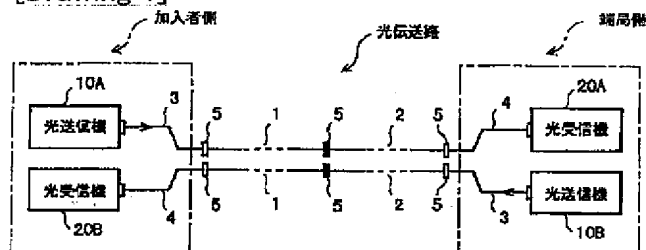
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

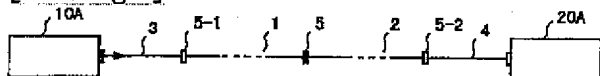
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

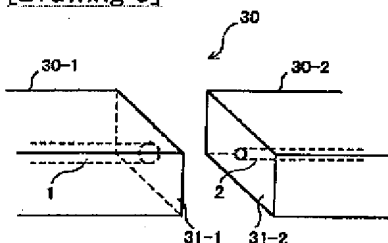
[Drawing 1]



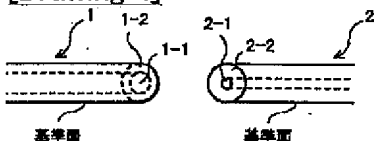
[Drawing 2]



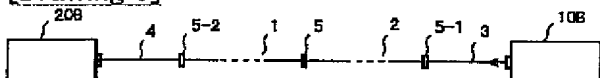
[Drawing 3]



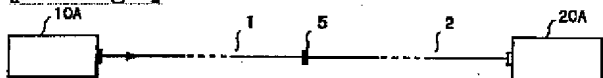
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**WRITTEN AMENDMENT**

---

[Written amendment]

[Filing date]December 1 (1999.12.1), Heisei 11

[Amendment 1]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]Claim 1

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[Claim 1]In an optical fiber communications system which has a laid multimode optical fiber, a laid single mode optical fiber, and a connecting member which connects between these different-species mode optical fibers,

An optical fiber for transmission is connected between an optical transmitter and said multimode optical fiber, and an optical fiber for reception is connected between said single mode optical fiber and an optical receiver,

It is sent out from said optical transmitter and a lightwave signal in base mode spread and formed said optical fiber for transmission, An optical fiber communications system which entering into said multimode optical fiber, spreading said multimode optical fiber, said single mode optical fiber, and said optical fiber for reception in order, and receiving by said optical receiver.

[The amendment 2]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0007

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[0007]

[Means for Solving the Problem]In an optical fiber communications system which has a multimode optical fiber in which an optical fiber communications system concerning this invention was laid, a laid single mode optical fiber, and a connecting member which connects between these different-species mode optical fibers, An optical fiber for transmission is connected between an optical transmitter and a multimode optical fiber, An optical fiber for reception is connected between a single mode optical fiber and an optical receiver, It is sent out from an optical transmitter, and a lightwave signal in base mode which spreads an optical fiber for transmission and is formed enters into a multimode optical fiber, spreads a multimode optical fiber, a single mode optical fiber, and an optical fiber for reception in order, and it is received by optical receiver.

[Amendment 3]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0008

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[0008]According to the optical fiber communications system of this invention, when the lightwave signal sent out from the optical transmitter spreads the optical fiber for transmission, it is made into base mode, and the lightwave signal in this base mode enters into a multimode optical fiber. And most lightwave signals spread the inside of a multimode optical fiber with the gestalt of a single mode. Therefore, unless exceptionally large disturbance is added to a multimode optical fiber, mode conversion is not produced within a multimode optical fiber, while it has been a gestalt of a single

mode, a single mode optical fiber and the optical fiber for reception are spread in order, and it is received by the optical receiver.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-115082

(P2000-115082A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000. 4. 21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 4 B 10/14

H 0 4 B 9/00

Q 2 H 0 3 6

10/135

G 0 2 B 6/24

5 K 0 0 2

10/13

10/12

G 0 2 B 6/24

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-287990

(22) 出願日

平成10年10月9日 (1998. 10. 9)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 馬場 宏

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 山下 育男

兵庫県尼崎市若王子3丁目11番20号 関西電力株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

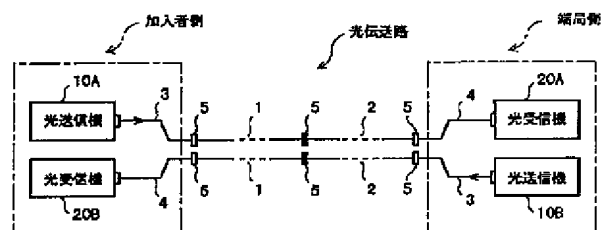
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信システム

(57) 【要約】

【課題】 異種モード光ファイバからなる光通信システムにおいて、安定に光信号を伝送することが困難であった。

【解決手段】 布設されたマルチモード光ファイバ1と、布設されたシングルモード光ファイバ2と、これら異種モード光ファイバ間を接続する接続部材5とを有する光通信システムにおいて、光送信機10Aとマルチモード光ファイバ1との間には送信用光ファイバ3が接続され、マルチモード光ファイバ1には送信用光ファイバ3を伝搬して形成される基底モードの光信号が入射される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 布設されたマルチモード光ファイバと、布設されたシングルモード光ファイバと、これら異種モード光ファイバ間を接続する接続部材とを有する光通信システムにおいて、光送信機と前記マルチモード光ファイバとの間には送信用光ファイバが接続され、前記マルチモード光ファイバには前記送信用光ファイバを伝搬して形成される基底モードの光信号が入射されることを特徴とする光通信システム。

【請求項2】 前記送信用光ファイバは、基底モードのみが伝搬可能に構成された第1の励振用光ファイバであることを特徴とする請求項1に記載の光通信システム。

【請求項3】 前記送信用光ファイバは、前記光送信機の発振波長より長くない実効カットオフ波長を有する第2の励振用光ファイバであることを特徴とする請求項1に記載の光通信システム。

【請求項4】 前記異種モード光ファイバ相互間の接続部材は、前記マルチモード光ファイバの端部を保持する第1のフェルールと、前記シングルモード光ファイバ端部を保持する第2のフェルールを有し、これらによって前記異種モード光ファイバを接合させる光コネクタであることを特徴とする請求項1に記載の光通信システム。

【請求項5】 前記異種モード光ファイバ相互間の接続部材は、前記マルチモード光ファイバと、前記シングルモード光ファイバの外周面を基準に軸調心して融着接続することにより構成されることを特徴とする請求項1に記載の光通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、布設されたマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバおよびこれら異種モード光ファイバ間を接続する接続部材とを有する光通信システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光通信分野において、従来から、一地域内あるいはビル内に布設されたマルチモード光ファイバの光通信ケーブルを利用した光通信が広く行われている。最近においては、光ファイバとしてシングルモード光ファイバが光通信分野に使用されつつあり、既に布設されているマルチモード光ファイバに新たに布設されたシングルモード光ファイバを接続して、光通信を行う必要性が高まってきている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、周知のように、マルチモード光ファイバを伝搬する光は各モードごとに遅延時間が異なるために、各モードの光が互いに干渉を起し、マルチモード光ファイバの端面で光の強度が一樣にならず、局部的に強い部分と弱い部分が現われ、その強度差が大きく、光強度が斑点模様になると

いう現象が生じる。この光干渉に起因する斑点模様は光ファイバに人の手が接触するだけで容易に変化するという微妙なものであるため、コア径の大きいマルチモード光ファイバとコア径の小さいシングルモード光ファイバを接続し、マルチモード光ファイバからシングルモード光ファイバに光信号を導く際に、特に、外乱ノイズ等が加わると、シングルモード光ファイバに入射する光信号に大きな強度変化が生じ、これに起因して、光信号を処理する際に、ビットエラーが発生し、光通信性が損なわれるといった問題があり、マルチモード光ファイバ側からシングルモード光ファイバ側へ光を通して光通信を行うことは困難と考えられていた。

【0004】そのため、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバの異種モード光ファイバを接続して光通信システムを構築しようとするときは、光信号は、専らシングルモード光ファイバ側からマルチモード光ファイバ側へ伝送するのが効果的であり、その逆に、マルチモード光ファイバ側からシングルモード光ファイバ側への光信号伝送は困難が予想され、光通信システムを設計する際にはこの制約をクリアする必要があった。

【0005】この制約をクリアする方法として、インコヒーレントな発光スペクトルを有する光源を使用したリ、接続部においてモードフィールド径を一致させる等の提案がなされている（特開平7-250025号公報）が、光源が一般的でなく、またモードフィールド径を一致させるには高度の技術が必要となり、実用性に欠けるという問題があった。

【0006】そこで本発明の目的は、異種モード光ファイバで構成された伝送路の中を安定に光信号を伝送することのできる光通信システムを提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる光通信システムは、布設されたマルチモード光ファイバと、布設されたシングルモード光ファイバと、これら異種モード光ファイバ間を接続する接続部材とを有する光通信システムにおいて、光送信機とマルチモード光ファイバとの間には送信用光ファイバが接続され、このマルチモード光ファイバには送信用光ファイバを伝搬して形成される基底モードの光信号が入射されることを特徴とする。

【0008】本発明の光通信システムによれば、送信用光ファイバを伝送させた基底モードの光信号をマルチモード光ファイバに入射される構成をとっているため、光信号パワーの大部分はシングルモードの形態でマルチモード光ファイバの中を伝搬する。次に、マルチモード光ファイバを伝搬した光信号がシングルモード光ファイバの中を伝搬することになって格別大きい外乱をマルチモード光ファイバに加えない限りモード変換を生じることなく伝搬することができる。

【0009】本発明における送信用光ファイバは、基底モードのみが伝搬可能に構成された第1の励振用光ファイ

イバ（実質上、シングルモード光ファイバと同じ構成である。）、あるいは光送信機の発振波長より長くない実効カットオフ波長を有する第2の励振用光ファイバによって構成され、これらの送信用光ファイバを伝搬した後の光信号がマルチモード光ファイバに入射される。第1の励振用光ファイバを用いる場合は、光伝送路として使用しているシングルモード光ファイバを転用することができるので好ましい。第2の励振用光ファイバを用いる場合は、改めて励振用光ファイバを作製する必要があるが、より確実に基底モードを得ることができる効果を奏する。

【0010】本発明における異種モード光ファイバ相互間の接続部材は、マルチモード光ファイバの端部を保持する第1のフェルールと、シングルモード光ファイバの端部を保持する第2のフェルールを有し、これらによって異種モード光ファイバを接合させる光コネクタ、またはマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバの外周面を基準に軸調心した後に融着接続することにより構成されるものである。本発明の光信号はマルチモード光ファイバの中においても基底モードの形態で伝搬するように励振されているので、コア径が相違する光ファイバを伝送することになっても、それが直接の原因となって接続損失が増加することにはならない。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0012】図1は本実施の形態に係わる光通信システムの全体構成を示す概略図であり、一地区内あるいはビル内に布設されたマルチモード光ファイバ1と長距離伝送用伝送路として布設されたシングルモード光ファイバ2が接続部材5で接続されて光伝送路を形成し、マルチモード光ファイバ1の先端には送信用光ファイバ3を介して加入者側の光送信機10A、および受信用光ファイバ4を介して加入者側の光受信機20Bとが夫々接続されている。また、シングルモード光ファイバ2の先端には送信用光ファイバ3を介して端局側の光送信機10B、および受信用光ファイバ4を介して端局側の光受信機20Aとが夫々接続され、送信系統の光伝送路と受信系統の光伝送路とは独立に構成された場合を示す。

【0013】以下、各部の構成および作用・効果について詳述する。図2は加入者側から端局側へ送信する場合の構成を示す図である。図2において、マルチモード光ファイバ1は石英系ガラスにゲルマニウムが添加された外径数十 $\mu\text{m}$ のコアと、コアの外周に外径125 $\mu\text{m}$ の石英系ガラスで覆われたクラッドとで形成される。マルチモード光ファイバ1の長さは通常数百米～数キロである。シングルモード光ファイバ2は石英系ガラスにゲルマニウムが添加された外径数 $\mu\text{m}$ のコアと、コアの外周

に外径125 $\mu\text{m}$ の石英系ガラスで覆われたクラッドで形成され、長距離用の光ファイバである。

【0014】加入者側の光送信機10Aから送出された光信号は送信用光ファイバ3を通過してマルチモード光ファイバ1およびシングルモード光ファイバ2を伝搬し、受信用光ファイバ4を経て端局側の光受信機20Aに送られる。

【0015】この光伝送経路において、光送信機10Aから送出された光信号が安定にマルチモード光ファイバ1を経てシングルモード光ファイバ2を伝搬するためには、マルチモード光ファイバ1に入射される光信号は基底モードからなるシングルモードの形態をとらなければならない。

【0016】仮に、マルチモード光ファイバ1の中を基底モードおよび高次モードからなるマルチモードの光信号が伝搬した場合、シングルモード光ファイバ2は基底モード以外の高次モードは伝送しないので、シングルモード光ファイバ2の入力端では基底モード以外の高次モードのパワー成分は全て接続損失となり、光通信の伝送媒体として使用することができない。したがって、マルチモード光ファイバ1にはシングルモードの光信号を入射することが基本条件となる。

【0017】すなわち、マルチモード光ファイバ1に基底モードの光信号が入射されると、マルチモード光ファイバ1に格別大きな外乱を与えない限り光信号パワーの大部分は基底モードの形態でマルチモード光ファイバ1の中を伝搬し、次いで、マルチモード光ファイバ1を伝搬した光信号はそのままシングルモード光ファイバ2の中を伝搬することになる。本発明に使用されるマルチモード光ファイバ1は、通常、人手が接触する機会の少ない場所に布設されているので、外乱の少ないところに配置されている。

【0018】次に、図2を参照しながらマルチモード光ファイバ1にシングルモードの光信号を入射する方法について説明する。同図において、光送信機10Aの光出力は送信用光ファイバ3を介してマルチモード光ファイバ1に入射され、送信用光ファイバ3としては、基底モードのみが伝搬可能に構成された第1の励振用光ファイバ（実質上、シングルモード光ファイバと同じ構成である。）、あるいは光送信機10Aの発振波長より長くない実効カットオフ波長を有する第2の励振用光ファイバが用いられる。これら送信用光ファイバ3には基底モードのみが伝搬される。それ以外の高次モードが発生するような短波長の光は光送信機10Aから送られることはない。

【0019】送信用光ファイバ3として第1の励振用光ファイバを用いる場合は、光伝送路として使用しているものを転用することができるので、現実に適した方法である。これに対して第2の励振用光ファイバを用いる場合は、改めて光ファイバを作製しなければならないが、

より確実に基底モードを得ることができるという特長がある。送信用光ファイバ3が使用される位置は人手が接触する可能性の高いところなので、このような光ファイバを用いることは伝送経路の安定性を高める点からも好ましい。端局側の受信用光ファイバ4として第1の励振用光ファイバを採用すれば、伝送用光ファイバをそのまま転用することができ、また、伝送特性の点からも好ましい。

【0020】次いで異種モード光ファイバ相互間の接続部材について説明する。図3は光コネクタによって接続する場合の構成を示す図であり、同図において、マルチモード光ファイバ1の端部は第1のフェルル30-1、シングルモード光ファイバ2の端部は第2のフェルル30-2に夫々保持され、これらのフェルルの端面31-1と31-2とを接合して固定する手段によって形成される光コネクタ30を示す。また、図4はこれらの光ファイバを融着接続によって接続する構成を示す図であり、同図において、接続されるマルチモード光ファイバ1の外周面とシングルモード光ファイバ2の外周面を基準に軸調心してから融着接続する方法である。いずれの接続方法もコア径の異なる光ファイバを直接接続する点に特徴があり、これらの接続部を通過する光信号は基底の形態で伝搬するので、コア径に相違があっても接続損失として直接的に現われることはない。また、接続部におけるコアの中心軸が若干ずれることがあっても基底モードの光が伝搬するので、光信号は屈折率の高いコア部に引付けられて正常に伝搬することになる。

【0021】これまでは、加入者側から端局側に伝搬する場合について説明したが、端局側から加入者側に伝搬する場合について説明する。図5は端局側の光送信機10Bから送出された光信号が送信用光ファイバ3を介してシングルモード光ファイバ2およびマルチモード光ファイバ1を伝搬して受信用光ファイバ4を経て加入者側の光受信機20Bに送られる場合の構成図である。同図において、端局側の光送信機10Bから出射された光信号は、シングルモード光ファイバ2を伝搬した後にマルチモード光ファイバ1を伝搬することになるので、マルチモード光ファイバ1に入射される光信号は基底モードの形態で入射される。したがって、送信用光ファイバ3はシングルモード光ファイバ2と同じ構成の第1の励振用光ファイバを用いることによって、基底モードの光信号を伝搬することができると共に、簡単に入手できる点からも好ましい。

【0022】加入者側の受信用光ファイバ4は、マルチモード光ファイバ1と同じ構成の光ファイバを用いることもできるが、受信用光ファイバ4は人手と接触する可能性が高い場所なので、第1の励振用光ファイバを用いることが望ましい。

【0023】

【実施例1】図2に示す構成の光通信システムを用い

て、パルスの光信号を伝送したときの誤り率の実験を行った。同図において、光送信機10Aから送出される光は、レーザーダイオードから発振される $1.3\mu\text{m}$ のレーザー光が $157.5\text{Mb/s}$ のパルス信号によって変調された光信号である。

【0024】マルチモード光ファイバ1は石英ガラスにゲルマニウムを添加した直径 $50\mu\text{m}$ のコアとその周りに外径 $125\mu\text{m}$ のクラッドで形成され、長さが $0.4\text{km}$ 、 $1.7\text{km}$ 、 $5.8\text{km}$ 、 $8.4\text{km}$ の場合について測定した。また、シングルモード光ファイバ2は石英ガラスにゲルマニウムを添加した直径 $9\mu\text{m}$ のコアとその周りに外径 $125\mu\text{m}$ のクラッドで形成され、長さが $7.7\text{km}$ である。光受信機20Aはフォトダイオードによって受光し、ビットエラーを測定した。シングルモード光ファイバ2の光出力を直接受光した。送信用光ファイバ3はシングルモード光ファイバ2と同じ構成の第1の励振用光ファイバであり、長さは $10\text{m}$ とした。各光ファイバ間の接続は外径調心による融着接続である。

【0025】このような光通信システムにおいて伝送実験を行った結果、マルチモード光ファイバ1の長さが $0.4\text{km}$ 、 $1.7\text{km}$ 、 $5.8\text{km}$ の場合はビットエラーは生じなかったが、 $8.4\text{km}$ の場合はビットエラーが発生した。この結果から、本発明の伝送方法を実施するに際し、マルチモード光ファイバの長さ制限を加えることによって安定に通信のできることが確認された。

【0026】

【実施例2】図2および実施例1に示した構成と同じ構成の光通信システムを用いて異種モード光ファイバ間の伝送損失レベルの実験を行った。マルチモード光ファイバ1は $1.2\text{km}$ 、シングルモード光ファイバ2は $15\text{km}$ とし、光受信機20Aはフォトダイオードによって受光し、シングルモード光ファイバ2の光出力を直接入射した。送信用光ファイバ3はシングルモード光ファイバ2と同じ構成の第1の励振用光ファイバであり、長さは $5\text{m}$ である。

【0027】このような光通信システムにおいて伝送損失の測定を行った結果、 $1.3\mu\text{m}$ の波長における伝送損失は $2.06\text{dB/km}$ であった。また、マルチモード光ファイバ1の部分に振動を加えたときの変動レベルは $0.3\text{dB}$ 以下であった。この結果から、マルチモード光ファイバに基底モードの光を伝送して通信のできることが確認でき、若干の振動に対しても安定に伝送可能であることが分かった。また、接続部において、特に接続損失の増大することは認められなかった。

【0028】

【比較例】図6に示す構成の光通信システムを用いて、異種モード光ファイバの伝送損失レベル実験を行った。すなわち、光送信機10Aの光出力を直接マルチモード光ファイバ1に供給した場合の伝送損失を測定した。マ

ルチモード光ファイバ1は1.2 km、シングルモード光ファイバ2は1.5 kmであり、その他の構成は実験例1と同じである。

【0029】このような光通信システムについて伝送損失の測定を行った結果、1.3  $\mu$ mの波長における伝送損失は、19.7 dB/km、マルチモード光ファイバ1の加振による変動レベルは0.1 dB以下であった。この結果から、マルチモード光ファイバ内にマルチモードの光信号を伝搬させ、次いで、マルチモードの光信号をシングルモード光ファイバに入射すると、接続部で伝送損失は著しく増大し、伝送不能となることが確認された。

【0030】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように異種モード光ファイバによって構成された光通信システムにおいて、マルチモード光ファイバに基底モードの光信号を入射することによって安定に通信することができる。この際、異種モードファイバ間の接続部材は、コア径の異なる光ファイバを光コネクタあるいは融着接続によって接続することができる。

\*20

\*【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係わる光通信システムの全体構成を示す概略図である。

【図2】加入者側から端局側へ送信する場合の構成を示す図である。

【図3】光コネクタによる接続方法を説明するための図である。

【図4】融着接続法を説明するための図である。

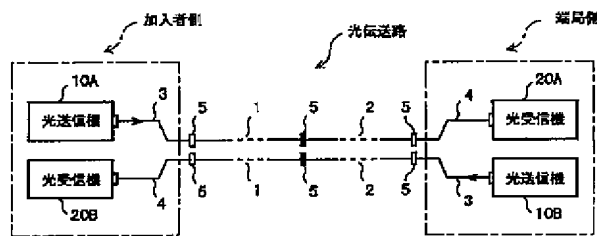
【図5】端局側から加入者側へ送信される場合の構成を示す図である。

【図6】比較例に係わる光伝送路の構成を示す図である。

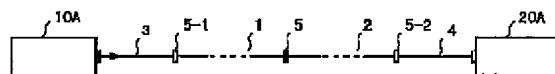
【符号の説明】

1…マルチモード光ファイバ、2…シングルモード光ファイバ、1-1、2-1…コア、1-2、2-2…クラッド、3…送信用光ファイバ、4…受信用光ファイバ、5…光ファイバの接続部材、10…光送信機、20…光受信機、30…光コネクタ、30-1～2…フェルルール、31…端面

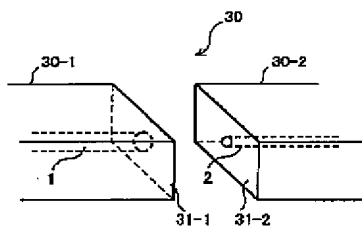
【図1】



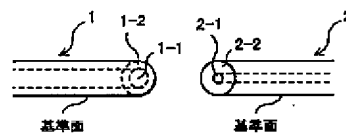
【図2】



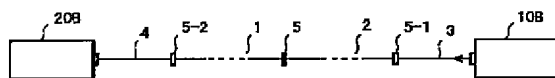
【図3】



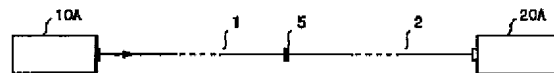
【図4】



【図5】



【図6】





## 【手続補正書】

【提出日】平成11年12月1日(1999.12.1)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項1】 布設されたマルチモード光ファイバと、布設されたシングルモード光ファイバと、これら異種モード光ファイバ間を接続する接続部材とを有する光通信システムにおいて、光送信機と前記マルチモード光ファイバとの間には送信用光ファイバが接続され、前記シングルモード光ファイバと光受信器との間には受信用光ファイバが接続されており、前記光送信機から送出され前記送信用光ファイバを伝搬して形成される基底モードの光信号が、前記マルチモード光ファイバに入射し、前記マルチモード光ファイバ、前記シングルモード光ファイバおよび前記受信用光ファイバを順に伝搬して、前記光受信器により受信されることを特徴とする光通信システム。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光通信シス\*

\*テムは、布設されたマルチモード光ファイバと、布設されたシングルモード光ファイバと、これら異種モード光ファイバ間を接続する接続部材とを有する光通信システムにおいて、光送信機とマルチモード光ファイバとの間には送信用光ファイバが接続され、シングルモード光ファイバと光受信器との間には受信用光ファイバが接続されており、光送信機から送出され送信用光ファイバを伝搬して形成される基底モードの光信号が、マルチモード光ファイバに入射し、マルチモード光ファイバ、シングルモード光ファイバおよび受信用光ファイバを順に伝搬して、光受信器により受信されることを特徴とする。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0008】本発明の光通信システムによれば、光送信機から送出された光信号は送信用光ファイバを伝搬する際に基底モードとされ、この基底モードの光信号がマルチモード光ファイバに入射する。そして、光信号の大部分はシングルモードの形態でマルチモード光ファイバの中を伝搬する。したがって、格別に大きい外乱をマルチモード光ファイバに加えない限り、マルチモード光ファイバ内でモード変換を生じることがなく、シングルモードの形態のまま、シングルモード光ファイバおよび受信用光ファイバを順に伝搬して、光受信器により受信される。

フロントページの続き

(72)発明者 内藤 貴夫

大阪府大阪市北区中之島6丁目2番40号  
大阪メディアポート株式会社内

(72)発明者 木嶋 潤

大阪府大阪市北区中之島6丁目2番27号  
大阪メディアポート株式会社内

Fターム(参考) 2H036 JA00 MA11 QA00 QA21  
5K002 BA32 BA33 CA14 FA02